

## 高炉セメントB種を用いた寒中コンクリートの強度回復

大分高専専攻科 学生員○高野 友葵

大分高専 正会員 一宮 一夫

大分県 非会員 宗 正裕

新日鐵高炉セメント 正会員 檀 康弘

## 1. はじめに

コンクリート打設において、日平均気温が $4^{\circ}\text{C}$ 以下となる気象条件のもとでは、凝結硬化反応が著しく遅延してコンクリートが凍結するおそれがあるので寒中コンクリートとしての施工を行わなければならない。給熱養生は、寒中コンクリートの養生方法のひとつで、気温が低い場合あるいは断面が薄い場合に、給熱により養生するものである。その際、給熱によってコンクリートが暖められると、コンクリートからの水の蒸発が急に著しくなるため十分な湿分を与える必要がある<sup>1)</sup>。

本研究では、高炉セメントB種を用いた寒中コンクリートの強度回復の簡易判定法とその後の強度改善事例を報告した。また、強度回復の裏付けデータを得るために行った、モルタルによる室内実験結果から、養生方法と強度回復特性の関係について考察した。

## 2. 構造物の施工条件ならびに強度回復状況

## 2.1 施工条件

対象は図1に示す河川工事の根継工コンクリートである。工事時期は平成17年から翌年にかけての冬場で、コンクリート打設後1ヶ月の平均気温は $2.0^{\circ}\text{C}$ 、降雨はほとんどなかった。表1にコンクリートの配合、表2に使用材料を示す。養生方法は打設直後から4日間、保温シートと練炭による給熱養生を行った。

## 2.2 強度追跡結果

極端に気温が低い日が続いた時期に打設した一部のコンクリートのコア強度が、設計強度 $18\text{N/mm}^2$ に対して $13.6\text{N/mm}^2$ (材齢35日)となった。しかし、標準養生供試体の平均強度は $23.6\text{N/mm}^2$ (材齢28日)で打設時のコンクリートの品質には問題ないこと、対象構造物は河川工事によるもので、出水期までに時間的な余裕があることなどを考慮して、コン

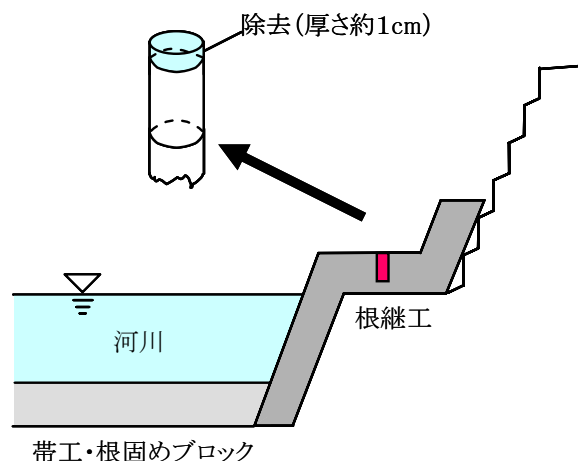


図1 構造物の概要とコア採取位置

表1 コンクリートの配合 (現場)

| W/C (%) | S/C  | $G_{\max}$ (mm) | 単位量( $\text{kg/m}^3$ ) |        |       |       |        |
|---------|------|-----------------|------------------------|--------|-------|-------|--------|
|         |      |                 | 水 W                    | セメント C | 細骨材 S | 粗骨材 G | 混和剤 AE |
| 64.0    | 3.46 | 40              | 144                    | 225    | 779   | 1156  | 0.562  |

表2 使用材料 (現場)

| 種類   | 記号 | 特性                                                           |
|------|----|--------------------------------------------------------------|
| 水    | W  | 水道水                                                          |
| セメント | C  | 高炉B種、密度 $3.04\text{g/cm}^3$ 、比表面積 $3850\text{cm}^2/\text{g}$ |
| 細骨材  | S  | 海砂、表乾密度 $2.57\text{cm}^2/\text{g}$                           |
| 粗骨材  | G  | 砕石2005、表乾密度 $2.66\text{cm}^2/\text{g}$                       |
|      |    | 砕石4020、表乾密度 $2.66\text{cm}^2/\text{g}$                       |
| 混和剤  | AE | AE減水剤標準型I種、密度 $1.00\text{g/cm}^3$                            |

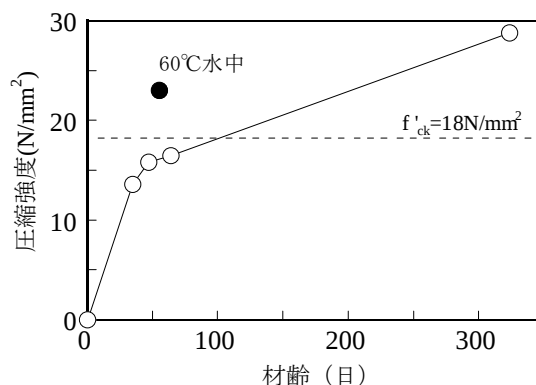


図2 コンクリートの強度変化

クリートの強度回復の可能性を検討することとした。

強度回復の可能性の判定はコア供試体を 60℃の温水に 7 日間浸漬し、その強度上昇量により行った。測定の結果、強度は標準養生供試体と同水準の 23.0N/mm<sup>2</sup> (材齢 54 日) まで上昇したことから強度回復の可能性が高いと判断した。同時に、現地では上流の河川水をパイプで供給し、常にコンクリートが湿潤状態に保たれるように配慮した。

上記ならびにその後の強度と材齢の関係を示したのが図 2 であり、期待通りに強度は設計強度を上回るまでに上昇し、材齢 320 日時点で 28.8N/mm<sup>2</sup> となった。

### 3. 室内実験

#### 3.1 使用材料および配合

供試体はモルタル製で、セメントの強さ試験 (JIS R 5201) に準拠して作製した。配合は設計基準強度 18N/mm<sup>2</sup> の生コンの配合から粗骨材を除いたものとした。また、セメントの影響がより明確となるよう混和剤は使用していない。表 3 に参考にしたコンクリートの配合を、表 4 に使用材料を示す。

#### 3.2 実験方法

供試体は打設の翌日に脱型し、すぐに養生を開始した。養生は、標準養生 (20℃, 水中)、冬季の気象条件を想定した低温気中養生 (5℃, 50%RH)、さらに温度と湿度の影響度を検討するために設定した常温気中養生 (20℃, 50%RH) の 3 条件で行った。気中養生を行った供試体は、材齢 4 週、8 週、12 週において標準養生に移行させた。

#### 3.3 実験結果

図 3 に養生条件と強度の関係を示す。図のように、低温気中養生の場合は材齢 4 週以降の強度増進は見られず、4 週強度は標準養生の場合の 3 割程度しか発現していない。一方、低温気中養生から標準養生へ移行させることで強度は上昇したがその水準は標準養生の 6 割程度に留まった。また、標準養生への移行時期は強度回復にほとんど影響しないことも明らかとなった。

次に強度回復への温度と湿度の影響度を比較すると、図 3 の湿度 50% の 5℃ と 20℃ の結果がほぼ等しいことから、気中養生から標準養生への移行にともなう強度上昇は主に湿分の供給量が増えたことによ

表 3 基準コンクリートの配合

| W/C (%) | S/C  | G <sub>max</sub> (mm) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |        |       |       |        |
|---------|------|-----------------------|-------------------------|--------|-------|-------|--------|
|         |      |                       | 水 W                     | セメント C | 細骨材 S | 粗骨材 G | 混和剤 AE |
| 66.2    | 3.19 | 20                    | 172                     | 260    | 831   | 1054  | 0.646  |
|         |      |                       | 172                     | 86     | 310   | 389   | 0.646  |

※下段は容積(リットル)を表す

表 4 モルタルの使用材料

| 種類   | 記号 | 備考                                                           |
|------|----|--------------------------------------------------------------|
| 水    | W  | 水道水                                                          |
| セメント | C  | 高炉 B 種、密度 3.15g/cm <sup>3</sup> 、比表面積 4080cm <sup>2</sup> /g |
| 細骨材  | S  | 海砂、表乾密度 2.56g/cm <sup>3</sup>                                |

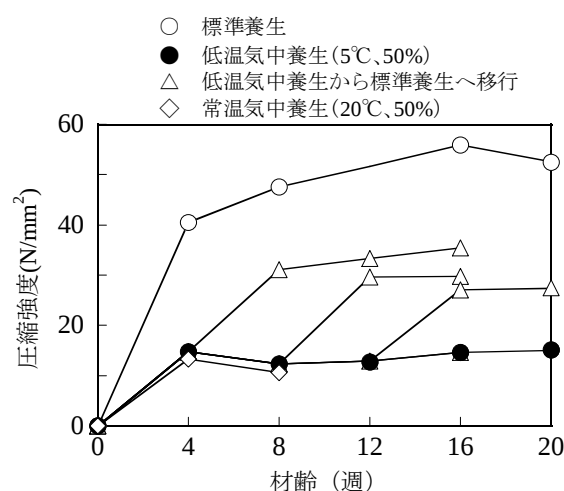


図 3 養生条件とモルタル強度の関係

るものと言える。このことから、養生期間中の十分な湿分供給の重要性を再認識した。また積算温度による強度評価法は、十分に湿分が供給される場合を対象としたもので、本研究のように湿度変化を伴う場合には適用できないことも確認した。

### 4. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に示す。

- (1) 寒中コンクリートの強度回復の簡易判定法として、コア供試体を温水に浸漬する方法は有効である。
- (2) 低温気中養生されたモルタルの 4 週強度は標準養生強度の 3 割程度である。しかし、長期材齢では標準養生移行で 6 割程度まで回復する。また、養生条件の移行時期は回復強度にほとんど影響しない。
- (3) モルタルの強度回復は主に湿分の供給量の増加によるもので、給熱養生中を含め養生期間中の水分供給には十分留意する必要がある。

参考文献 1) 土木学会: 2002 年制定 コンクリート標準示方書【施工編】